# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 29. 21. April 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

**Originalmitteilungen:**
O. M. Corbino, Über die Folgerungen des Prinzips von der Erhaltung der Elektricität. S. 321.
E. Grimsehl, Strom-Unterbrecher. S. 323.
E. Ruhmer, Die neuen Flüssigkeits-Unterbrecher in Parallelschaltung. S. 324.
**Besprechungen:**
A. Turpain, Experimentaluntersuchungen über elektrische Oscillationen. S. 326.
A. Walter, Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung. S. 327.
**Tagesereignisse.** S. 328.
**Personalien.** S. 328.
**Berichtigungen** S. 328.

## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Über die Folgerungen des Prinzips von der Erhaltung der Elektricität.

Von O. M. Corbino.

1. In einem berühmten, im Jahre 1881 veröffentlichten Aufsatz[1]) weist Lippmann nach, dass beim Studium elektrischer Erscheinungen das Prinzip von der Erhaltung der Elektricität dieselbe Tragweite hat, wie das Carnotsche Prinzip in der Thermodynamik; dass es, wie dieses, das Vorhandensein neuer Erscheinungen, die mit andern, bekannten, in Wechselwirkung stehen, voraussehen lässt, wenn es vom Prinzip von der Erhaltung der Energie gestützt wird, welches, wenn das Vorhandensein einer wechselseitigen Erscheinung einmal nachgewiesen ist, deren Sinn und Gesetz bestimmt.

Lippmann geht in allen von ihm in Betracht gezogenen Fällen in derselben Weise vor. Es scheint mir aber, dass er bei allen von ihm angeführten Beispielen in der Integration der Differential-Gleichungen, auf welche er die experimentellen Gesetze des direkten Phänomens anwendet, in einen Widerspruch gerät, der die Endformeln und folglich die aus ihnen abgeleiteten Gesetze ungenau macht.

Der Kürze halber will ich einen einzigen Fall zur Prüfung heranziehen, nämlich den, in welchem die von Righi studierte Verlängerung cylindrischer Kondensatoren als direktes Phänomen angenommen wird; meine Bemerkungen können leicht auch auf die anderen Fälle übertragen werden.

Setzen wir

$$dq = c\,dx + h\,dp,$$

worin $dq$ die Menge von positiver Elektricität darstellt, die von einem Kondensator von der Kapazität $c$ geliefert wird, um das Potential um $dx$ zu erhöhen. Erhöht man nun das Spanngewicht um $dp$, so wird das Prinzip von der Erhaltung der Elektricität dadurch ausgedrückt, dass $dq$ ein genaues Differential ist, und dass man folglich erhält:

$$\frac{dc}{dp} = \frac{dh}{dx}. \qquad 1)$$

Bringt man nun zum Ausdruck, dass die Länge $l$ des Kondensators vom Spanngewicht und vom Potential (und nur von ihnen) abhängt, so hat man die Beziehung

$$dl = h\,dp + a\,dx$$

mit der analogen Bedingung:

$$\frac{dh}{dx} = \frac{da}{dp}. \qquad 2)$$

Sucht man die Variation der Energie, welche aus der Variation $dp$ des Spanngewichts und der Variation $dx$ des Potentials folgt und drückt man aus, dass auch diese Variation ein genaues Differential ist, so gelangt man zum Resultat:

$$h = a,$$

das heisst:

$$\frac{dc}{dp} = \frac{d^2 l}{dx^2}. \qquad 3)$$

Andererseits geht aus den Versuchen Righis hervor, dass die Verlängerung dem Quadrat des Potentials proportional ist

$$\Delta l = \tfrac{1}{2} K x^2, \qquad 4)$$

daraus folgt

$$\frac{dc}{dp} = K. \qquad 5)$$

Mir scheint jedoch, dass man nicht, wie Lippmann es thut, diese letztere Gleichung in Bezug auf $p$ integrieren kann, indem man $K$ konstant hält; denn $K$ ist konstant in Bezug auf $x$ und nicht in Bezug auf $p$, da man bisher nicht feststellen konnte, dass die Deformation eines Kondensators, ausser vom Potential, nicht auch vom Spanngewicht abhängt. Die Lippmannsche Schlussformel

$$c - c_0 = Kp$$

1) Ann. de Chimie et de Physique, 5. série, t. 24, S. 159, 1881.

müsste also umgeändert werden in:

$$c - c_0 = \int^p K\,dp.$$

Gemäss dieser zweiten Formel wäre die Variation der Kapazität eines verlängerten Kondensators nicht proportional dem spannenden Gewicht und a priori kann man keine bestimmten Folgerungen ziehen.[1])

Aus demselben Grunde scheint mir die Bemerkung nicht annehmbar, die Lippmann anschliesst, nach welcher, da $K$ konstant und

$$a = Kx \text{ ist,}$$

$\frac{da}{dp}$, und ausserdem, nach (2) auch $\frac{dh}{dx}$ gleich Null sein müsste, was so viel hiesse, als der Elastizitäts-Koeffizient ist unabhängig von der Elektrisierung. — Auch hier kann das oben Gesagte wiederholt werden, nämlich, dass, wenn $K$ konstant in Bezug auf $x$ ist, wir nicht wissen, ob es nicht eine Funktion von $p$ ist.[2])

Ich glaube, dass es unnötig ist, die vorhergehenden Betrachtungen für alle von Lippmann behandelten Fälle zu wiederholen.[3])

2. Es hat statt dessen ein gewisses Interesse, zu prüfen, was sich auf der Grundlage von (3) voraussehen lässt, sobald das Gesetz der Proportionalität von $\Delta l$ mit dem Quadrat des Potentials nicht genau ist, wie aus der Gesamtheit der Versuche hervorzugehen scheint.

Man erfährt durch (3), dass

$$\frac{dc}{dp} \text{ und } \frac{d^2 l}{dx^2}$$

zwei identische Funktionen sowohl von $p$ wie von $x$ sind; sodass, wenn wir $\frac{d^2 l}{dx^2}$ als Funktion von $x$ darstellen, und uns der experimentellen Ergebnisse bedienen, wir eine Linie erhalten, welche keine Gerade parallel zur Axe von $x$ ist, sondern eine aufsteigende Kurve gemäss dem Wachsen von $x$; man kann hieraus ableiten, dass auch die Variation der Kapazität, die durch ein bestimmtes Gewicht hervorgebracht wird, mit dem Werte $x$ des Potentials der Ladung steigt.

Dieses ist die einzige, rechtmässige Deduktion. Das Vorgehen Ercolinis[4]) scheint mir nicht genau zu sein; wenn er nach seinen Versuchen die Kurve anführt, die $\frac{dc}{dp}$ als Funktion von $p$ darstellt. Um seine Ergebnisse mit denjenigen Quinckes über elektrische Deformationen in Übereinstimmung zu bringen, bedient er sich der Gl. (3), indem er diese Kurve mit der, die $\frac{d^2 l}{dx^2}$ als Funktion von $x$ darstellt, vergleicht, und daraus den Schluss zieht, dass Übereinstimmung vorhanden ist, weil die Kurven gleichen Verlauf haben. Es ist jedoch klar, dass die beiden Kurven nichts gemeinsames haben.

3. Die Einwürfe, welche ich gegen die Endformeln Lippmanns erhoben habe, gelten nicht für jene Formeln, zu denen Sacerdote[1]) kürzlich gelangt ist, indem er aus dem Prinzip von der Erhaltung der Elektricität eine elegante Theorie über die Deformationen der Kondensatoren ableitet. Man muss nur darauf achten, dass man von den Formeln nicht mehr verlangt, als sie geben können.

Sie verbinden in äusserst einfacher Weise die elektrische Deformation mit dem Elastizitäts-Koeffizienten und mit dem Koeffizienten der Veränderung der elektrischen Konstante durch mechanischen, auf den Isolator ausgeübten Druck oder Zug. So erhält man bei einem unendlich dünnen cylindrischen Kondensator, wenn man mit $a$ den Elastizitäts-Koefficienten, mit $K$ den Koeffizienten der Variation der elektrischen Konstante durch Zug,[2]) mit $V$ die Potential-Differenz zwischen den Belegungen und mit $e$ die Dicke des Isolators bezeichnet, für die Verlängerung:

$$\frac{\Delta l}{l} = (a + K_1)\,\frac{K}{8\pi}\,\frac{V^2}{l^2}. \qquad 6)$$

Diese Formel führt nicht notwendigerweise, wie Sacerdote das zu glauben scheint, zu dem Gesetz, dass die Deformation proportional zum Quadrate des Potentials ist; denn Sacerdote hat die Hypothese, dass $a$ und $K$ unabhängig von $V$ ist, nicht gemacht (was ihm auch nicht möglich war zu thun). Man kann aus der Gl. (6) nur ableiten, dass das Gesetz vom Quadrate des Potentials richtig ist, wenn der Versuch beweist, dass $a + K_1$ unabhängig von $V$ ist und umgekehrt.

Der Versuch scheint zu zeigen, dass das Gesetz vom Quadrate des Potentials nicht rich-

1) Z. B. wenn durch die elektrische Ausdehnung eines Isolators dasselbe geschähe, was durch die thermische Ausdehnung des Kautschuks geschieht, so könnte, was Zugwirkung anbelangt (und das ist nicht a priori auszuschliessen), für einen gewissen Wert des Gewichts $c - c_0$ negativ werden.

2) Dass der Koeffizient der Elastizität des Glases von der Elektrisierung abhängt, geht im Gegensatz zu der Erwartung Lippmanns aus einem Versuch von Quincke hervor. Vgl. Wiedemann, Lehre von der Elektricität, Bd. 2, 1894, S. 152.

3) Elektrische Zusammenziehung von Gasen, elektrische Deformation hemiedrischer Krystalle, durch Elektrisierung hervorgebrachte Kälte u. s. w.

4) Rendic. Linc. (5), 7, S. 188, 1898.

1) Sacerdote. Fesi presentata alla Facolta di Scienze di Parigi. Gauthiers-Villars, dicembre 1899.

2) Nämlich indem wir annehmen:

$$K_1 = \frac{1}{K}\,\frac{\partial K}{\partial q},$$

wo $K$ die elektrische Konstante und $q$ den Zug auf die Flächeneinheit bedeutet.

tig ist[1]) und dass $a$ und $K$ im allgemeinen von $V$ abhängen.

Die Formel (6) allein, ohne Zuhülfenahme der Erfahrung, gestattet also nicht, weitere Schlüsse zu ziehen. Aus dem Gesagten lässt sich eine wichtige Folgerung entnehmen: um die Gl. (6) durch den Versuch zu beweisen (und selbige fehlerhaft zu finden, ist unmöglich, da sie aus den sichersten Prinzipien der Energetik abgeleitet ist), muss man die Abhängigkeit des $M$ von $K_1$ und von $a$ bei dem gleichen Wert des Potentiales untersuchen; will man für $K$ den Wert finden, der sich nach den Versuchen von Professor Cantone[2]) voraussehen lässt, so muss man zu jenen höchsten Werten des Potentials seine Zuflucht nehmen, mittels deren Cantone die Werte von $M$ bestimmte.

In diesem Sinne müssen die Beobachtungen mit Bezug auf $K_1$ durchgeführt werden, vorausgesetzt, dass es mit so hohen Potentialen, bei welchen doch merkliche und schwer vermeidliche Störungen dazwischen kommen, möglich ist, diejenigen Variationen der elektrischen Konstante zweifelsfrei zu machen, welche von der Grössenordnung des Elastizitäts-Koeffizienten sind.

Die Bemerkung,[3]) dass man bisher unvergleichlich viel niedrigere Potentiale verwendet hat, ist wohl nicht mehr nötig.

1) Sacerdote, loc. cit. S. 81, nota 1.
2) Cantone, Rend. Linc. **4**, 1888.
3) Sacerdote, loc. cit. S. 84. Der von diesem letzteren gemutmasste Wert wird vielleicht ein wenig korrigiert, weil auch $K$ bei demselben Werte des Potentials gemessen werden muss, was in den Messungen von Cantone nicht geschieht. Könnte man nicht auf der Grundlage von (6) der Veränderung von $K$ mit der Dauer der Ladung den Einfluss zuschreiben, den Cantone in der Dauer der Ladung auf die Verlängerung gefunden hat?

(Aus dem Italienischen übersetzt von Helene Rhumbler.)

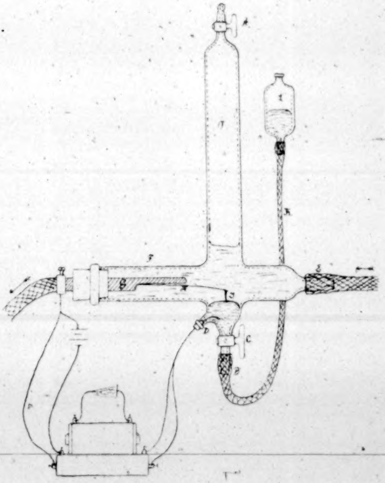
(Eingegangen 20. März 1900.)

## Strom-Unterbrecher.

Von E. Grimsehl, Cuxhaven.

Die Zahl der Strom-Unterbrecher zum Betriebe von Induktions-Apparaten ist im Laufe der letzten Jahre durch viele neue Konstruktionen vermehrt. Für einen zuverlässigen Betrieb der mechanischen oder elektromagnetischen Unterbrecher kann bisher nur der Quecksilber-Unterbrecher in Frage kommen, da bei den übrigen Kontakt-Unterbrechern die Kontakte in kurzer Zeit verbrennen. Der Wehnelt-Unterbrecher hat als notwendige Voraussetzung die, dass man eine hohe Betriebsspannung zur Verfügung hat, dass also ein Anschluss an eine elektrische Centrale möglich ist. In allen anderen Fällen muss man vom elektrolytischen Unterbrecher absehen. Die durch Elektromotoren oder durch Turbinen betriebenen Unterbrecher leiden an dem Übelstande, dass sie teilweise sehr teuer sind, teilweise eine hohe Betriebskraft gebrauchen, ganz abgesehen davon, dass in den meisten Fällen ein sehr starker Verbrauch an Quecksilber eintritt.

Der im folgenden beschriebene Unterbrecher zeigt diese Übelstände nicht, sodass er berufen zu sein scheint, dort allgemein angewandt zu werden, wo die elektrolytischen Unterbrecher nicht angewandt werden können. Der neue



Unterbrecher zeichnet sich aus durch einfache Konstruktion, und damit im Zusammenhange durch billigen Preis, durch zuverlässiges Arbeiten bei Dauerbetrieb, durch geringe Betriebskraft und durch geringen Quecksilberverbrauch.

Der Strom-Unterbrecher besteht aus einem kreuzförmigen Glasrohr; der obere vertikale Schenkel $O$ desselben ist durch einen Hahn $A$ verschlossen. Der untere kurze Schenkel trägt an seinem unteren Ende einen Schlauchansatz $B$, der durch den Hahn $C$ abgeschlossen werden kann. Ausserdem ist am unteren Schenkel ein seitlicher Ansatz $D$ angebracht, durch den ein Metalldraht in den unteren Schenkel eingeführt wird. Der horizontale Schenkel $E$ endet in einen Schlauchansatz. In den zweiten horizontalen Schenkel $F$ wird mittels eines Stopfens eine Zungenpfeife $G$ eingesetzt. Die verlängerte

Zunge *H* dieser Pfeife ist mit einem Platinstift *J* versehen. Durch den Schlauch *K* wird aus der Quecksilberflasche *L* Quecksilber in den unteren Schenkel gelassen, bis der Stift *J* mit dem Quecksilber eben in Berührung kommt. Der Schlauchansatz *E* wird durch einen Schlauch mit der Wasserleitung verbunden. Wird nun der Wasserleitungshahn geöffnet, so fliesst bei schwacher Zuleitung das Wasser ohne weiteres durch die Zungenpfeife ab. Wird aber durch weiteres Öffnen der Wasserleitung mehr Wasser zugeführt als abfliessen kann, so wird die in dem oberen Schenkel *O* befindliche Luft komprimiert, und bei einem gewissen Druck fängt die Zungenpfeife an, zu tönen. Man reguliert nun den Wasserzutritt so, dass das Wasser in dem oberen Schenkel etwa 1—2 cm hoch steht, dann giebt die Pfeife einen Ton von ungefähr 100 Schwingungen. Die in dem Schenkel *O* befindliche Luft hat genügend Elastizität, um ein fortdauerndes Schwingen der Zunge zu ermöglichen, sie erteilt dem Wasser gewissermassen die ihm fehlende Elastizität. Dadurch dass nun der Stift *J* abwechselnd in das Quecksilber taucht und herausgehoben wird, findet eine periodische Schliessung und Öffnung eines durch *G* und *D* gehenden elektrischen Stromes statt.

In der Figur ist schematisch die Schaltung mit einem Funkeninduktor gezeichnet. Von *G* und *D* gehen je zwei Drähte aus. Das eine der beiden Drahtpaare ist an die Pole des Kondensators des Induktoriums angeschlossen. Das andere Drahtpaar enthält in Serie geschaltet die Stromquelle und die Primärspule des Induktors.

Der ganze Unterbrecher ist auf einem kräftigen eisernen Stative montiert, das zugleich auch noch zwei aufgeschlitzte Ringe trägt, in welche die Quecksilberflasche eingestellt wird. Das Stativ ist auf einem starken Grundbrette befestigt, auf welchem gleichzeitig ein Commutator, sowie die Polklemmen für die Schaltung der Drähte passend angebracht sind.

Die Unterbrechung zwischen dem Metallstift und dem Quecksilber ist nahezu vollkommen und plötzlich, da der Widerstand des Wassers so gross ist, dass der Strom als völlig unterbrochen angesehen werden kann. Durch das stetig zu- und abfliessende Wasser wird die Kontaktstelle immer kühl gehalten, sodass eine Abnutzung oder ein Verbrennen des Kontaktes selbst nach mehrstündigem ununterbrochenem Betriebe nicht zu beobachten war. Ausserdem werden die bei der Unterbrechung losgerissenen und teilweise oxydierten Quecksilberteilchen, die eine Trübung des Wassers verursachen würden, immer gleich fortgespült, sodass die Quecksilberoberfläche stets metallisch rein bleibt. Das Wasser bleibt auch völlig klar. Man kann daher den Zustand der Unterbrechungsstelle stets beobachten, während bei anderen Quecksilberunterbrechern bekanntlich nach ganz kurzer Zeit die Quecksilberoberfläche mit einem undefinierbaren Schlamm bedeckt ist, der das gute Arbeiten des Unterbrechers schon nach kurzer Zeit hindert. Die mitgeführten Quecksilberteilchen können in einem zwischen der Mündung der Zungenpfeife und dem Wasserableitungsrohr eingeschalteten Sammelgefässe aufgefangen werden, obgleich die Menge des mitgeführten Quecksilbers nur sehr gering ist. Während des Betriebes kann das Niveau des Quecksilbers noch geregelt werden. Soll das Niveau gehoben werden, so setzt man das Quecksilbergefäss in den am Stativ angebrachten oberen aufgeschlitzten Ring und öffnet langsam den Hahn *C*, bis das Niveau genügend hoch ist. Soll das Niveau gesenkt werden, so verfährt man ebenso, nachdem man das Quecksilbergefäss in den unteren Ring gestellt hat. Wenn man zu Beginn des Betriebes das Quecksilberniveau richtig einreguliert hat, so ist erst nach stundenlangem Betriebe ein weiteres Regulieren erforderlich, um das fortgeschleuderte Quecksilber zu ersetzen, da eben die fortgeführten Quecksilbermengen so sehr gering sind.

Der Wasserverbrauch ist auch nur sehr gering, besonders im Vergleich mit den Wassermotor-Unterbrechern. Der Wasserdruck braucht nur klein zu sein. Es genügt beim Fehlen einer Wasserleitung der Druck eines hochgestellten Reservoirs.

Besonders mag noch hervorgehoben werden, dass infolge der grossen Unterbrechungszahl das Bild auf dem Bariumplatincyanürschirme bei Röntgen-Durchleuchtungen ausserordentlich ruhig und stetig ist. Untersuchungen über die Unterbrechungskurve sind im Gange und sollen demnächst veröffentlicht werden.

Die Herstellung des gesetzlich geschützten Unterbrechers hat der Universitäts-Mechaniker W. Apel in Göttingen übernommen.

(Eingegangen 26. März 1900.)

## Die neuen Flüssigkeits-Unterbrecher in Parallelschaltung.

Von E. Ruhmer.

Schon Wehnelt hat darauf hingewiesen, dass man zur Erhöhung der Stromstärke bei seinem Flüssigkeits-Unterbrecher statt die Drahtoberfläche zu vergrössern, auch nebeneinander mehrere aktive Elektroden in die Flüssigkeit setzen und parallel schalten kann. Selbst beim

Parallelschalten ganz verschieden grosser Elektroden wird der Strom genau so exakt unterbrochen, als ob nur eine Elektrode vorhanden wäre.[1])

Ebenso verhält es sich beim Simonschen Lochunterbrecher, bei dem man eine ganze Anzahl im Querschnitt recht ungleiche Durchbohrungen in der Trennungswand anwenden kann,[2]) ohne dass dadurch die Regelmässigkeit des Unterbrechervorgangs verändert würde.

Man sollte von vornherein erwarten, dass bei einer solchen Parallelschaltung, beispielsweise zweier Wehnelt-Unterbrecher mit recht ungleichen aktiven Elektroden, — welche also, einzeln betrieben, sehr verschiedene Unterbrechungszahlen besitzen, — ein Interferieren der Unterbrechungen eintreten müsste. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr lehrt schon der Augenschein, dass beide synchron unterbrechen; es wird durch Verstellen der Spitze des einen nicht nur dessen eigene, sondern auch die Frequenz des parallel geschalteten Unterbrechers verändert; stets unterbrechen beide anscheinend gleichzeitig.

Um hierüber exakten Aufschluss zu erhalten, wurden die Unterbrechungsfunken zweier parallel geschalteter Unterbrecher mit ungleich grossen Oberflächen bezüglich ihres gleichzeitigen Auftretens nach der schon mehrfach beschriebenen mutoskopischen Methode[3]) untersucht.

Zu diesem Zwecke dienten die schon im Heft 27, S. 303 dieser Zeitschrift beschriebenen Unterbrecher No. I, II, III, deren Platinstiftoberflächen sich wie 1 : 2 : 3 verhalten.

Unterbrecher I Oberfläche = 9,18 qmm
Unterbrecher II Oberfläche = 18,35 qmm
Unterbrecher III Oberfläche = 27,53 qmm.

Es betrug beim

1. Versuch.

| No. des Unterbr. | *E* in Volt | *L* in Henry | *J* in Amp. | *N* pro Sek. | *t* in °C. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 105 | $3 \cdot 10^{-5}$ | 12 | 1462 | 18,5 |
| II | 105 | $3 \cdot 10^{-5}$ | 22,5 | 1170 | 18,5 |
| III | 105 | $3 \cdot 10^{-5}$ | 30,75 | 795 | 18,5 |
| I u. II parallel | 105 | $3 \cdot 10^{-5}$ | 10,25 } 20,50 } 30,75 | 790 | 18,5 |

2. Versuch.

| No. des Unterbr. | *E* in Volt | *L* in Henry | *J* in Amp. | *N* pro Sek. | *t* in °C. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 105 | $5 \cdot 10^{-5}$ | 9 | 871 | 18,5 |
| II | 105 | $5 \cdot 10^{-5}$ | 15,25 | 500 | 18,5 |
| III | 105 | $5 \cdot 10^{-5}$ | 20,5 | 308 | 18,5 |
| I u. II parallel | 105 | $5 \cdot 10^{-5}$ | 6,8 } 13,7 } 20,5 | 304 | 18,5 |

Hieraus ist zunächst ersichtlich, dass die beiden parallel geschalteten Unterbrecher No. I und II, welche die gleiche Oberfläche wie No. III besitzen, unter sonst gleichen Bedingungen die gleiche Stromstärke verbrauchten und dieselbe Unterbrechungszahl ergaben wie Unterbrecher III.

Demnach sind zwei oder mehrere parallel geschaltete Unterbrecher einem Unterbrecher äquivalent, dessen Platinstiftoberfläche (Lochquerschnitt) gleich der Summe der Platinoberflächen (Lochquerschnitte) der einzelnen Unterbrecher ist.

Bei der mutoskopischen Aufnahme der beiden parallel geschalteten Unterbrecher I und II war die Anordnung so getroffen, dass die beiden Platinstifte sich nahe bei einander in einer horizontalen Linie befanden. Eine zeitliche Aufeinanderfolge der Unterbrechungen beider, wäre sie auch noch so gering, hätte sich auf der in senkrechter Richtung schnell bewegten photographischen Platte durch eine Verschiebung der einen Punktreihe gegen die andere zeigen müssen. In Wirklichkeit sind aber die beiden zusammengehörigen Unterbrechungsfunkenbilder durchgehends auf derselben Höhe, d. h. die parallel geschalteten Unterbrecher mit verschieden grossen Anodenflächen unterbrechen genau synchron.

Eine nähere Überlegung giebt von dem beschriebenen Verhalten leicht Rechenschaft: Bei der durch die Parallelschaltung eintretenden Stromverzweigung verteilt sich der Strom auf die beiden Unterbrecher im umgekehrten Verhältnis ihrer Widerstände. Die Widerstände sind aber den Anodenoberflächen umgekehrt proportional; daher muss sich also die Stromstärke im Verhältnis der Platinstiftoberflächen verteilen, d. h. in jedem Augenblicke ist die Verteilung so, dass an der aktiven Oberfläche jedes der parallelgeschalteten Unterbrecher gleiche Stromdichte herrscht. Da aber, wie ich am Schlusse meiner letzten Mitteilung[1]) zeigte und wie es die theoretische Überlegung erwarten lässt, Unterbrecher verschiedener Dimension dann gleiche Unterbrechungszahl ergeben, wenn sie unter sonst gleichen Umständen mit gleicher Stromdichte arbeiten, so findet die Beobachtung gleicher Unterbrechungszahlen an parallelgeschalteten Unterbrechern zwanglos ihre Erklärung. Umgekehrt liesse sich aus dieser Thatsache der obige Satz ableiten.

Wie aus den angestellten Versuchen ersichtlich ist, verhält sich ein und derselbe Unterbrecher in den beiden Fällen, wo er allein oder in Parallelschaltung mit einem anderen arbeitet, ganz verschieden. Dieses Verhalten findet nach der Theorie seine Erklärung in dem Einfluss der Selbstinduktion. Es ist bereits in Heft 27 hierauf hingewiesen worden.

1) vgl. A. Wehnelt, Wied. Ann. 68, S. 240 (1899).
2) vgl. H. Th. Simon, Wied. Ann. 68, S. 861 (1899).
3) vgl. diese Zeitschrift 1, No. 19, S. 212 (1900).

1) Diese Zeitschrift I, Heft 27, S. 303, 1900.

Da in obigen Versuchen der Widerstand des Stromkreises beim Parallelschalten von I und II gegenüber dem beim Einzelarbeiten vermindert wurde, während die Selbstinduktion konstant blieb, wurde die Zeitkonstante $\frac{L}{w}$ vergrössert, d. h. der Stromanstieg gegenüber dem beim Einzelarbeiten der Unterbrecher verlangsamt und damit die Unterbrechungszahl verringert.

Unterbrecher III und Unterbrecher I mit II verhalten sich natürlich in dieser Beziehung völlig gleich und sind infolgedessen, wie wir bereits sahen, einander äquivalent.

Will man erreichen, dass parallel geschaltete Unterbrecher nicht synchron, aber doch gleich oft unterbrechen, so hat man in die Unterbrecherzweige selbst (hinter die Verzweigungsstelle) passende Selbstinduktionen zu legen und zwar derart, dass sich die Selbstinduktionen umgekehrt wie die Oberflächen der zugehörigen aktiven Elektroden verhalten. Man kann dies bei zwei parallel geschalteten Unterbrechern leicht erreichen, indem man in jedem Stromzweige eine beliebige Selbstinduktion legt und die eine Platinanode reguliert. Zuerst hört man ausser beiden Unterbrechungstönen einen Kombinationston; nach und nach nähern sich beide Töne, es entstehen Schwebungen, bis schliesslich beide Töne übereinstimmen.

Berlin, 29. März 1900.

(Eingegangen 30. März 1900.)

# BESPRECHUNGEN.

**M. Albert Turpain, Experimentaluntersuchungen über elektrische Oscillationen.**[1])

I. In ein gewöhnliches Hertzsches Feld, welches durch zwei Paralleldrähte konzentriert ist, die von zwei den Scheiben des Erregers gegenüber liegenden Scheiben ausgehen, bringt man einen Hertzschen Drahtresonator. Darauf stellt man nacheinander die Ebene des Resonators senkrecht zur Richtung der Drähte (Stellung 1), in die Ebene der Drähte (Stellung 2), und schliesslich in die Symmetrieebene der Drähte (Stellung 3). Dabei findet man: 1) die Wellenlängen bei Stellung 1, 2, 3 sind gleich, 2) die Bäuche und Knoten der Stellung 2 und 3 fallen zusammen, 3) die Bäuche von Stellung 1 fallen zusammen mit den Knoten von Stellung 2 und 3, und umgekehrt,

II. Das Feld ist durch einen einzigen Draht konzentriert. Vergleich der Felder mit einem und mit zwei Drähten.

Das durch einen einzigen Draht konzentrierte Feld und das gewöhnliche Hertzsche Feld mit zwei Drähten geben dieselbe Anordnung von Bäuchen und Knoten.

Konzentriert man das Feld durch zwei Drähte, die von zwei derselben Scheibe des Excitators gegenüberliegenden Endplatten ausgehen, so giebt ein derartiges Feld überhaupt keine Anordnung von Bäuchen und Knoten: das ist das Interferenzfeld mit zwei Drähten. Ein Interferenzfeld kann in ein gewöhnliches Feld umgewandelt werden und umgekehrt und zwar durch eine passende Verlängerung des einen Drahtes, wenn diese Verlängerung durch Einschaltung einer zu dem einen Drahte hinzukommenden Länge zwischen die Enden eines in denselben gemachten Einschnittes herbeigeführt wird.

III. Wirkungsweise des Resonators.

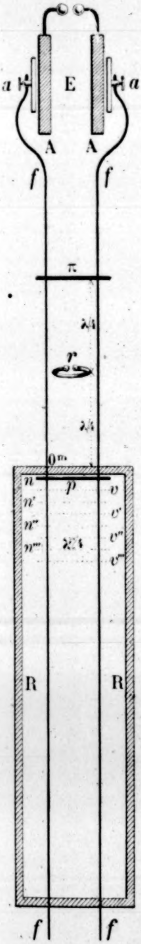
Die vollständige Untersuchung eines Resonators führt zu folgenden Gesetzen: 1) Die Lage des Funken-Mikrometers bezeichnet die Lage der Bäuche, während der Resonator anspricht. 2) Die Differenz zwischen den halben Wellenlängen zweier Drahtresonatoren ist sehr nahe gleich der Differenz ihrer Länge.

$$\lambda - \lambda' = 2\,(L - L').$$

Ein Resonator, der unabhängig von dem Mikrometer einen Einschnitt hat, spricht mit grosser Leichtigkeit an. Die Gesetze, zu denen die Untersuchung eines Resonators mit Einschnitt führt, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Bei einem Resonator mit Einschnitt, spielt der Einschnitt die Rolle des Mikrometers bei einem vollständigen Resonator.

1) Paris, A. Hermann, 1899.




Ausserdem findet man:

Ein in Thätigkeit befindlicher Resonator mit Ausschnitt hat anscheinend an jedem Ende des Ausschnittes einen Schwingungsknoten und an dem der Mitte des Ausschnittes diametral gegenüberliegenden Punkte einen Bauch.

Die Differenz zwischen der halben Wellenlänge eines vollständigen Resonators und eines solchen mit Ausschnitt ist der Länge $c$ des Ausschnittes fast gleich

$$\lambda - \lambda_c = 2c.$$

Die Eigenschaften des Interferenzfeldes einesteils und das leichte Mittönen des Resonators mit Ausschnitt wurden zur Lösung des Problems der vielfachen Mitteilung in der Telegraphie benützt. Wir verweisen in Betreff dieser Sache auf die Originalarbeit.

### IV. Vergleichende Untersuchung eines Hertzschen Feldes in Luft und in Dielectricis.

In dem Inneren eines 4 m langen und 230 l Flüssigkeit fassenden Behälters (s. Figur) sind zwei Drähte gespannt, die noch 3 m nach aussen hervorragen und mit ihren Enden in die Nähe des Excitators reichen. Ein Resonator, den man nacheinander in Lage 1 und 2 (die Figur zeigt ihn in Lage 1) bringt, wird in der Luft an eine Stelle zwischen Behälter und Excitator gebracht, die von der äusseren Wand des Behälters um eine viertel Wellenlänge der Schwingungen entfernt ist, die den Resonator in Luft anregen. Bringt man unter diesen Bedingungen in die Nähe des Resonators eine Brücke, so macht ihn diese unwirksam; legt man dieselbe Brücke gegen die Wand des Resonators selbst, so erregt sie den Resonator. Behufs Verhinderung einer störenden Einwirkung des Excitators bringt man vor dem Resonator zwischen Apparat und Erreger eine zweite Brücke an, deren Entfernung von dem Resonator einer viertel Wellenlänge der ihn erregenden Oscillationen gleich ist.

Man bringt nun in dem Behälter eine bewegliche Brücke $p$ an und kann jetzt mit Genauigkeit die Bauch- und Knotenstelle bestimmen und dann auch die Wellenlängen. Man überzeugt sich, dass sich bei Stellung 1 des Resonators auf eine Wellenlänge in Luft 7 bis 8 ausbilden, wenn der Behälter mit Wasser gefüllt ist. Ist der Resonator in Stellung 2, so zeigt die in dem Behälter angebrachte Brücke, bewegliche Brücke $p$, die gleiche Wellenlänge an, einerlei ob der Behälter leer oder mit Flüssigkeit gefüllt ist.

Die experimentellen Gesetze, zu denen solche mit Öl, Petroleum und Wasser angestellten Versuche geführt haben, sind folgende:

1. Die Wellenlängen der Schwingungen, welche einen in Stellung 1 befindlichen Resonator anregen, sind dieselben in Luft, wie in einem Dielectricum.
2. Für die Schwingungen, die den Resonator in Stellung 1 erregen, ist das Verhältnis der Wellenlänge in Luft zu der in einem Dielectricum gleich der Quadratwurzel aus der Dielektricitätskonstanten.

Die verwendete Versuchs-Anordnung erlaubt uns, die in Betreff der Periode des Resonators zulässige Annahme festzulegen und führt uns so zu einer vollständigeren theoretischen Deutung, wie die früher über dielektrische Körper angestellten Versuche. Die angestellten Versuche bringen eine Bestätigung der Theorie von Helmholtz-Duhem.

(Selbstbesprechung des Verfassers.)

(Aus dem Französischen übersetzt von B. Agricola.)

(Eingegangen 10. Februar 1900.)

**Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung** von Dr. Alois Walter. (Veröffentlicht mit Unterstützung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.) Mit 4 Textfiguren. Leipzig 1898 bei Teubner. 74 S. 2,80 M.

Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, eine allgemeine mathematische Theorie der terrestrischen sowie der astronomischen atmosphärischen Strahlenbrechung zu entwickeln, welche, von allen speciellen Annahmen über die Beschaffenheit der Atmosphäre unabhängig, in jedem besonderen Falle eine leichte Berechnung der erforderlichen Korrektionsgrössen gestatten soll. Vorausgesetzt wird lediglich, dass die Atmosphäre als ein System homogener koncentrischer Schichten aufgefasst werden könne, dass also der Snelliussche Brechungsexponent

$n$ durch den Abstand $r$ des betrachteten Luftteilchens von einem festen Punkte $O$, den der Verfasser als den „optischen Mittelpunkt der Atmosphäre" bezeichnet, eindeutig bestimmt sei; dieser Anforderung wird in der Praxis der Krümmungsmittelpunkt des Erdellipsoides, bezw. des Geoides in dem Vertikalschnitte, in welchem die Beobachtung erfolgt, mit hinreichender Annäherung entsprechen. Für den variablen Winkel $\zeta$ eines gebrochenen Lichtstrahles mit dem Radiusvektor $r$ ergiebt sich dann nach dem Brechungsgesetze die fundamentale Beziehung $r\ n\ \sin\zeta =$ const. und hieraus durch Integration die Gleichung der „Lichtkurven" selbst in den Polarkoordinaten $r$ und $\varphi$. Dieser Lösung wird die Gestalt einer Taylorschen Reihe gegeben, welche nach Potenzen des Winkelabstandes $\varphi$ fortschreitet und die successiven Ableitungen $n^{(\lambda)}$ des Brechungsexponenten nach $r$ im Beobachtungsorte oder besser die dimensionslosen „Refraktionskoefficienten" $k_\lambda = \frac{r^\lambda n^{(\lambda)}}{n}$ rational als Parameter enthält. In analoge Reihen werden alle in Betracht kommenden Korrektionsgrössen, so die „Gesamtrefraktion", die „astronomische Höhen- und Horizontalrefraktion" entwickelt, wobei sich die Formeln von Bessel und Bauernfeind als specielle Annäherungen ergeben. Im zweiten, meteorologischen Teile der Arbeit wird an der Hand der Wärmetheorie und der meteorologischen Beobachtungen die wirkliche Abhängigkeit der Luftdichtigkeit und damit auch des Brechungsexponenten von der Höhe untersucht, wobei sich die vertikale Temperaturabnahme als wesentlich bestimmender Faktor erweist. Die verschiedenen hierüber existierenden Theorien und Formeln, namentlich die von Bauernfeind, werden kritisch beleuchtet und schliesslich die Refraktionskoefficienten explicite berechnet als Funktionen beobachtbarer Grössen. — Die Entwickelungen des Schriftchens sind überall klar und übersichtlich dargestellt und dürften bei ihrer Unabhängigkeit von speciellen Hypothesen für astronomische, geodätische und meteorologische Untersuchungen vielfach mit Vorteil Verwendung finden.

E. Zermelo.

## Tagesereignisse.

### Preisaufgaben der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft in Leipzig für die Jahre 1900—1903.

#### Mathematisch-naturwissenschaftliche Sektion.

1. Für das Jahr 1900: Es wird eine eingehende Studie über die Ursachen gewünscht, welche die Richtung der Seitenaxen des Spross- und Wurzelsystems bedingen und herbeiführen.

2. Für das Jahr 1901: Die Theorie der quadratischen Differentialformen ist in einem wesentlichen Punkte zu vervollkommen.

3. Für das Jahr 1902: Die Gesellschaft wünscht, dass die in der Abhandlung von Poincaré „La méthode de Neumann et le problème de Dirichlet", 1896, enthaltenen Untersuchungen nach irgend welcher Seite hin wesentlich vervollkommnet werden möchten.

4. Für das Jahr 1903: Es sollen eingehende und einwandfreie experimentelle Untersuchungen angestellt werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Feststellung der Gesetze der lichtelektrischen Ströme liefern.

Der Jahresbericht, der ausführlichere Mitteilungen über die gestellten Preisaufgaben enthält, ist durch den Sekretär der Gesellschaft (für das Jahr 1900 Professor Dr. Karl Lamprecht, Leipzig, An der Bürgerschule 4) zu beziehen.

Der Preis für jede gekrönte Abhandlung beträgt 1000 Mk.

## Personalien.

An der technischen Hochschule zu Charlottenburg hat sich Regierungsbaumeister Bruno Schulz als Privatdocent für das Lehrfach Geodäsie habilitiert.

Professor Tacchini, der bisherige Leiter des italienischen Bureaus für Meteorologie und Geodäsie, der sich besonders durch seine regelmässigen Sonnenbeobachtungen bekannt gemacht hat, ist von seinem Amte nach 40jähriger Dienstzeit zurückgetreten. Als Vertreter ist vorläufig Professor Luigi Palazzo bestimmt worden.

Die von Professor Dr. Ostwald in Leipzig für das Sommersemester 1900 angekündigte Vorlesung: „Über allgemeine und physikalische Chemie" wird an dessen Stelle von Dr. Rob. Luther gehalten werden.

Professor Dr. L. Boltzmann in Wien ist als Professor der theoretischen Physik an die Universität Leipzig berufen.

Die Rumford-Medaille hat die amerikanische Akademie für Künste und Wissenschaften dem Physiker Charles Brush verliehen.

Am 10. März starb in London der Meteorologe Georges James Symons.

## Berichtigungen.

In dem in No. 27 mitgeteilten Vorlesungsverzeichnisse ist zu berichtigen unter:

### Universität Breslau.

**O. E. Meyer**: Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*; Experimentalphysik I (Mechanik, Akustik und Optik), 5; Mathematische Theorieen der beiden flüssigen Aggregatzustände, 3; Praktikum (mit Heydweiller), 6.

### Technische Hochschule München.

Das unter **Voit** angezeigte elektrotechnische Praktikum leitet **Heinke** als „Elektrotechnisches Praktikum I (Elektrische Messtechnik und Photometrie), 8". Das elektrotechnische Praktikum II (Maschinenmessungen), 8, leitet **Friese**.

Unter

### Universität Freiburg

ist nachzutragen: **Königsberger**: Potentialtheorie, 2.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.